

METHOD FOR MANUFACTURING PIEZOELECTRIC ACTUATOR

Patent Number: JP5260770
Publication date: 1993-10-08
Inventor(s): ITO HIRONOBU
Applicant(s): SEIKO INSTR INC
Requested Patent: ☐ JP5260770
Application Number: JP19920055590 19920313
Priority Number(s):
IPC Classification: H02N2/00; H01L41/24
EC Classification:
Equivalents: JP3236334B2

Abstract

PURPOSE: To obtain the improved characteristics of a piezoelectric actuator and piezoelectric motor by applying an electrode construction method in which electrodes are arbitrarily connected themselves to provide an advantage that the actuator can be miniaturized without deteriorating its characteristics.
CONSTITUTION: On the surface of a piezoelectric element 1, electrode patterns 2a to 2n are formed by vapor deposition. A probe for voltage application abuts on the electrode patterns to execute the polarization process in each of the electrode patterns. Then, by sputtering, an insulating member 3 is configured, and subsequently, electrode connecting patterns 4a and 4b are configured. In the above processes, it is possible to provide a three-dimensional electrode construction comprising the electrode patterns 2a to 2n, the insulating pattern 3, and the electrode connecting patterns 4a and 4b.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 5 - 2 6 0 7 7 0

(43) 公開日 平成 5 年 (1993) 10 月 8 日

(51) Int. Cl. ⁵

H 0 2 N 2/00

H 0 1 L 41/24

識別記号

庁内整理番号

C 8525-5 H

9274-4 M

F I

H 0 1 L 41/22

技術表示箇所

Z

審査請求 未請求 請求項の数 5

(全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平 4-55590

(22) 出願日 平成 4 年 (1992) 3 月 13 日

(71) 出願人 000002325

セイコー電子工業株式会社

東京都江東区亀戸 6 丁目 31 番 1 号

(72) 発明者 伊藤 浩信

東京都江東区亀戸 6 丁目 31 番 1 号 セイコー

電子工業株式会社内

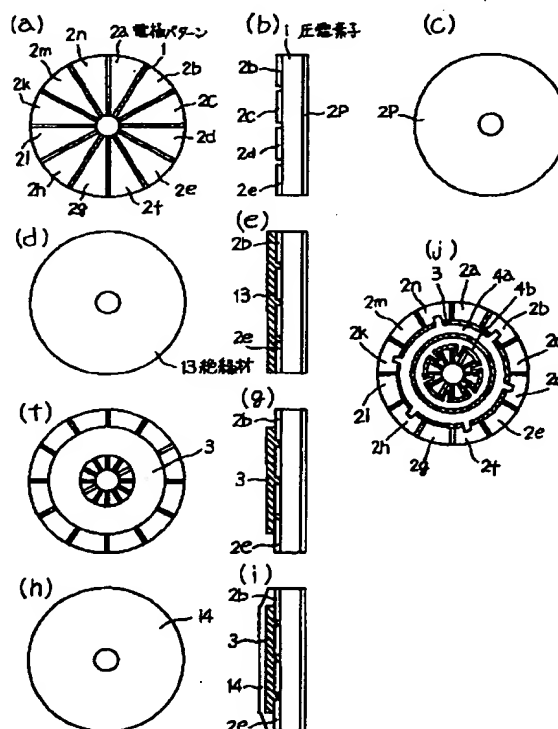
(74) 代理人 弁理士 林 敬之助

(54) 【発明の名称】 圧電アクチュエータの製造方法

(57) 【要約】

【目的】 アクチュエータの特性上劣化なく、また、アクチュエータの小型化に有利となる任意の電極どうしの結合を行う、電極構造の製造方法により、圧電アクチュエータや圧電モータの特性向上を得ることを目的とする。

【構成】 圧電素子 1 の表面上に蒸着法による電極パターン 2 a ~ 2 n を形成し、この電極パターンに電圧印加用プローブを接し、各々の電極パターンにて分極処理を行う。この後、スパッタリングにより絶縁材 3 を形状形成し、次に、電極接続パターン 4 a、4 b を形状形成する。以上のプロセスにより、電極パターン 2 a ~ 2 n、及び絶縁パターン 3、電極接続パターン 4 a、4 b からなる圧電素子の立体電極構造を構成した。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧電素子を金属等の弾性体に接着または固着させて、該圧電素子に設けられた複数の電極パターン間に電圧を印加することで該弾性体を変位させ、この弾性体に接触する物体を移動または回転せしめる圧電アクチュエータにおいて、平面及び任意の曲面を持つ該圧電素子の同一面上にスパッタリングまたは蒸着、塗布、印刷により複数の電極パターンを形成する工程と、各々の電極パターンに従い、分極処理を行う工程と、絶縁材をスパッタリングまたはCVD、溶射、塗布、印刷により形状形成する工程と、もしくは追加工として該絶縁材をフォトリソ・エッチングにより形状形成する工程と、各々の電極パターンを選択的に接続するための電極接続パターンをスパッタリングまたは蒸着により形状形成する工程と、もしくは追加工として該電極接続パターンをフォトリソ・エッチングにより形状形成する工程とからなる圧電アクチュエータの製造方法。

【請求項2】 前記プロセスにおいて、該圧電素子と該電極パターンを射出成形、またはプレス成形により同時形成する工程を経て、各々の電極パターンに従い、分極処理を行う工程とからなる請求項1記載の圧電アクチュエータの製造方法。

【請求項3】 前記プロセスにおいて、該圧電素子と同一面上に複数個に分割されている該電極パターンと該絶縁材を同時形成する工程を経て、各々の分極処理を行う工程と、電極接続パターンを形状形成する工程とからなる請求項1記載の圧電アクチュエータの製造方法。

【請求項4】 前記プロセスに於いて、絶縁材をスパッタリングまたはCVD、溶射、塗布、印刷により形状形成する工程と、もしくは追加工として該絶縁材をフォトリソ・エッチングにより形状形成する工程と、該絶縁材固着の為に130℃～800℃での熱処理を行う工程を経て、各々の電極パターンに従い、分極処理を行う工程と、電極接続パターンを形状形成する工程とからなる請求項1記載の圧電アクチュエータの製造方法。

【請求項5】 圧電素子に設けた複数の電極パターンによる分極処理を行う工程を経て、外周側面および内周側面に該電極パターンを選択的に接続する電極接続パターンをスパッタリングまたは蒸着、印刷により形状形成する工程と、もしくは追加工としてフォトリソ・エッチングにより形状形成する工程とからなる請求項1記載の圧電アクチュエータの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、圧電アクチュエータを構成する圧電素子の電極構造の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、たとえば特開昭59-96881号公報記載の技術によれば、圧電体を駆動するための有効電極面積は、圧電体の面内に電極接続パターンが占拠

するために約67%しか取れず十分な特性が引き出せない。さらにこれを解決するための構造として、図2(d)に示す構造では圧電素子の一方の面の最外周部と最内周部には電極を設けることができない。これは、12個の電極を動作させるように圧電素子の最外周部と最内周部を用いて互いに接続する為のパターンを配置するスペースとするためである。

【0003】さらに電極接続パターンに対向する他方の面にも有害な振動モードや特性劣化を防ぐ為に最外周部と最内周部は電極は配置されておらず(図2(a)～(b))、従って、圧電素子の厚み方向、すなわち表面と裏面を結ぶ方向に電界がほぼ存在しない部分ができる。すなわち前記、圧電素子の最内周部と最外周部はアクチュエータとしたときに機能しないこととなる。このことは、アクチュエータとしての特性を犠牲にすることとなる。

【0004】また、圧電体の面内の限られた面積での電極パターン及び電極接続パターンは、図3で示すように電極パターン面積と圧電アクチュエータ性能、及び電極接続パターンの線幅と配線抵抗の相関により最適値のもとで設計されるが、特に圧電素子を小型化していく為には相対的に電極接続パターンの線幅が細くなり、配線抵抗が高くなっていく。すなわち、印加電圧も併せて高くしていくこととなり、圧電アクチュエータ周辺部品的大型化が必要とされ、圧電体における電極パターンと電極接続パターンの配置を同一面内にとる構造は、小型化における弊害をもあわせ持つことが明白である。

【0005】これら圧電素子上の電極構造における一般的な製造方法を図2の工程フローを用いて以下に説明する。まず、圧電素子1の同一面上に複数個に分割した電極パターン12a～12nを所望の電極形状のメタルマスクを用いた金属薄膜の蒸着により形状形成する(図2(a)、(b))。次に、この電極パターン12a～12nに電圧印加用プローブを接し各々の分極処理を行う。この後、前記の蒸着時に電極を形成していない最外周部の短絡用電極接続パターン24c及び最内周部の電極接続パターン24aを電極パターン12a～12nと同一面上に形成するためのメタルマスクを用いた金属薄膜の蒸着を行い(図2(c))、次に最外周部の配線用電極接続パターン24bをメタルマスクを用いた金属薄膜の蒸着にて形成する(図2(d))。この製造方法においては圧電素子上に金属薄膜を形成する技術のみにより、所望の電極パターン及び電極接続パターン構造が得られるのが特徴である。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、従来の方法では、電極接続パターンを配置するための最外周部および最内周部には分極処理を施すことができず、この結果、圧電効果または圧電逆効果によって動作しないことによるアクチュエータまたはモータとしての効率低下をきた

す。また、同一の面内に電極パターンと電極接続パターンを配置する構造に於いて、配線抵抗等の電気的な問題によりアクチュエータまたはモータの小型化が困難とされている。この問題を避けようとして、各電極パターンを特性上可能な全ての範囲に配置し、電極どうしの結線をワイヤーで行うことはできる。

【0007】しかし、変位するアクチュエータ上で多数のワイヤーが存在することは、特性上劣化の原因となり、かつワイヤー自体の重さによる特性低下も生じる。さらに、ワイヤーどうしの接触によりショート等の障害の原因となりうる。すなわち、ここで圧電アクチュエータの電極形成の製造方法から生じる圧電素子が、本来持つ性能を十分機能しえない問題点が顕在化され、圧電アクチュエータおよび圧電モータの特性向上及び小型化という課題が提示された。

【0008】そこで本発明の目的は、従来のこのような課題を解決するために、アクチュエータとしての特性上劣化なく、また、アクチュエータの小型化に有利となる任意の電極どうしの結合を行う新しい圧電アクチュエータの電極の製造方法を提示し、圧電アクチュエータや圧電モータの特性向上を得ることである。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、この発明は金属等の弾性体に圧電素子を接着または固着させ、該圧電素子上に設けられた複数の電極間に電圧を印加することで該弾性体を変位させ、この弾性体に接触する物体を移動または回転せしめるアクチュエータにおいて、電極が同一平面上に複数個に分割され、各々の分割電極を選択的に接続する為の電極接続パターンが、電気的に接続を行わない電極パターン上で絶縁材を隔て絶縁されながら、接続を要する電極パターンと電気的導通配線を行うようにしたもので、これら絶縁材及び電極接続パターンを立体的に配置している。また、他の例として該電極パターンと絶縁材、電極接続パターンの立体的な配線構造を設けることなしに、図4に示すような圧電素子の電極パターンを配置した面と異なる内周、外周の側面に電極接続パターンを配置する構造も考えられる。

【0010】これら製造方法においては、各種の圧電アクチュエータが持つ任意の圧電素子形状に対応するための圧電材及び導電材、絶縁材の成形、または析出成形、塗布成形、弾性体への圧電材及び導電材、絶縁材の析出成形、または塗布成形それぞれのプロセスを組み合わせることで該電極パターンと絶縁パターン、電極接続パターンの立体的な配置及び電極パターンと電極接続パターンを異なる面、側面への配置が図れる。

【0011】

【作用】上記のように構成された圧電アクチュエータにおいては、圧電材平面の100%のスペースを電極パターンとして配置することができ、目的とする圧電効果を

生じせしめる電極を付加することができる。また、電極接続パターンの線幅における制約を無くし、配線抵抗を減少することにより圧電アクチュエータの特性向上、及び小型化が達成できる。

【0012】

【実施例】以下に、本発明の圧電アクチュエータにおける製造方法の第一の実施例を図1に基づいて説明する。この実施例は、圧電モータの圧電素子上表面に12分割した電極パターンを設け、それぞれの電極配線パターンは、電極パターン2a、2c、2e、2g、2i、2mにて短絡配線を行い、電極パターン2b、2d、2f、2h、2k、2nにて短絡配線を行う交互配線を行い、圧電素子裏面には全面導通電極2p構造の例である(図1(j))。

【0013】1は圧電素子(Pb[Zr, Ti]O₃)、この圧電素子の表面上にメタルマスクを用いた蒸着法による金属膜(Cr, Ni, Au)を基板温度140℃にて、2a~2nの電極パターン、及び圧電素子裏面の2pの電極パターンを同時蒸着し、この時の金属膜厚みを0.2μmに制御した(図1(a)~(c))。次に、この電極パターン2a~2nに電圧印加用プローブを接し、圧電素子裏面の電極パターン2pをグランド電極とし、電極パターン2a~2nに電圧印加による各々の分極処理を行う。この後、スパッタリングによりSiO₂を基板温度120℃の条件にて、厚み1μmにて全面コーティングし、絶縁材13を全面被覆する(図1(b)~(e))。

【0014】次に、所望の形状にフォトリソグラフィーによるレジストパターンを形成し、この絶縁材13をBHFのエッチング液を用いてエッチングにより形状形成し、絶縁材3を形成する(図1(f)、(g))。この後、該電極パターンを選択的に接続するためのAlの電極接続材14を基板温度120℃の条件でのスパッタリングにより、厚み0.5μmとなるコーティングを全面に施す(図2(h)、(i))。次に、所望の形状にフォトリソグラフィーによるレジストパターンを形成し、この電極接続材14をりん酸のエッチング液を用いてエッチングにより電極接続パターン4a~4bを同時に形状形成する。

【0015】以上のプロセスにより、電極パターン2a~2n、及び絶縁材3、電極接続パターン4a、4bからなる圧電素子の立体電極構造を得た(図1(j))。図5は、本発明の第二の実施例で、圧電アクチュエータの圧電素子11と電極パターン32a~32fの形状形成を、圧電素子素原料はPbO、TiO、ZrOに添加剤として樹脂を混合し、また、電極素原料としてAg、Cと樹脂を混合し、一定のタイムラグにて射出成形を行った(図5(a))。その後、各々の電極パターンに分極処理を行い、次に図1(d)~図1(j)と同様のプロセスを経て図5(b)の圧電素子の立体電極構造を構成した。

【0016】図6は、本発明の第三の実施例で、PZT粉末と樹脂を混合した圧電素子素原料とAg、Cと樹脂を混合した電極素原料に、絶縁材素原料のAlN粉末と樹脂を混合し、射出成形を行ない、圧電素子21と電極パターン42a~42f、任意の電極パターンとこの後形成する電極接続パターンを短絡させるための導通窓15をもつ絶縁パターン33を同時形成した(図6(a))。

その後、各々の電極パターン42a~42fに分極処理を行い、図1(h)~図1(j)と同様のプロセスを経て図5(b)の圧電素子の立体電極構造を構成した。

【0017】図7は、本発明の第四の実施例で、圧電モータの圧電素子1上に電極パターン2a~2nをスパッタリングにより形状形成した後(図7(a))、該圧電素子1及び電極パターン2a~2n上に絶縁材素原料のワニスをスピンコートで塗布し、炉中にて80℃、120分の条件でプリベークを行い、次に、フォトリソグラフィ用マスクパターンを用いて露光し、続けて現像を行い、炉中にて120℃から400℃まで昇温しながらキュアを行う工程を経て、導通窓25をもつ絶縁パターン43(ポリイミド)を形状形成した(図7(b))。この後、この圧電素子を200℃炉中にて、電極パターン2a~2nのそれぞれに電圧を印加し分極処理を施した。さらに、図1(h)~図1(j)と同様のプロセスより図7(c)の圧電素子の立体電極構造を構成した。

【0018】図8は、本発明の第五の実施例で、圧電素子31の表面及び裏面にAlをターゲットに用いて該圧電素子温度を120℃の条件にてスパッタリングを施し、Al薄膜をコーティングする。次に、フォトリソグラフィにより電極パターン51a~51nの形状にレジストを形成し、りん酸をエッチング液としてAl薄膜の形状形成を行う(図8(a)、(b))。その後、該電極パターンを用いて各々の分極処理を施す。さらに、図8(a)と同条件のスパッタリングにより、Al薄膜を表面及び裏面、外周側面、内周側面にコーティングし、次に、ディッピング法によりレジストを塗布し、プリベーク(120℃炉中)の後、外周及び内周形状に合わせたフォトリソグラフィ用マスクを圧電素子31に接触固定し、露光を行った。

【0019】この後、現像、ポストベーク処理し、圧電素子表面の電極パターン51a~51n、及び裏面の電極パターン51p全面をレジストで保護し、電極接続パターン34a、34bの形状のレジストを形成し、りん酸をエッチング液としてAl薄膜の形状形成を行い、圧電素子の電極構造を構成した(図8(c)~(e))。このようにして得られた構造の斜視図を図4に示す。

【0020】図1及び図5~図7で示した本発明の実施例においては、全て絶縁パターン及び電極接続パターンを圧電素子面内の振動節部に配置する構造とし、また、図4及び図8の実施例においては、内周側面と外周側面の電極接続パターンの線幅を変化させ、圧電素子の振動

をいずれの線幅においても抑制しないことを確認した。

【0021】以上の製造方法で構成した本発明の圧電素子すべてにおいて、圧電アクチュエータの特性の一つであるトルクを測定したところ、従来の圧電素子の製造方法(図2)で得られた圧電アクチュエータと比較して、26%~31%のトルク向上の結果となった。また、圧電素子に形成した電極接続パターンに於ける配線抵抗を測定したところ、各実施例とも従来設計した電極接続パターン幅を2倍~10倍とすることができたため、従来圧電素子の配線抵抗と比べ1/2~1/10の結果となった。また、製造における歩留りは、従来、電極パターンと電極接続パターンとの重なりから成るショートによる不良発生が多く、電極接続工程の歩留りが68%であったのに対し、本発明においては、電極パターンと電極接続パターンの重なりから成るショートが原因となる不良の発生は無くなった。このため、図1及び図4、図5、図8の実施例では、電極接続工程の歩留りが92%~94%と向上した。また、図6及び図7の実施例においては、分極処理工程で電極パターン上に形成済みの絶縁パターンが電荷チャージングを発生し、他の実施例と比較し5%の不良率となるが、他の実施例で不良発生の原因となった絶縁パターンの絶縁不良が低減し、電極接続工程の歩留りが99%~99.5%であった。

【0022】

【発明の効果】この発明は、以上説明したように圧電素子の電極パターンとの同一面内より電極接続パターンを排除し、接続すべき電極パターンの面積を減らすことなく、所望の電極パターンを互いに接続する構成としたので、圧電振動子の特性を最大限に活かすことができ、圧電アクチュエータの特性向上を果たす。また、接続電極パターンの線幅を自由に選択できることから配線抵抗の低抵抗化が達成され、圧電振動子の電氣的な効率が向上し、圧電アクチュエータの小型化が達成できる効果がある。さらに、圧電アクチュエータの製造プロセスにおいて、歩留り低下の原因となる電極接続工程の歩留りを向上し、安価な圧電アクチュエータを製造できる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第一の実施例の圧電素子電極構造の製造工程を示した工程図である。

【図2】従来の圧電素子電極構造の製造工程を示す平面図である。

【図3】従来の圧電素子電極パターン及び電極接続パターン構造の特性を示す説明図である。

【図4】本発明の他の実施例により得られた圧電素子電極構造の斜視図である。

【図5】本発明の第二の実施例の工程図である。

【図6】本発明の第三の実施例の工程図である。

【図7】本発明の第四の実施例の工程図である。

【図8】本発明の第五の実施例の工程図である。

【符号の説明】

1、11、21、31、41 圧電材

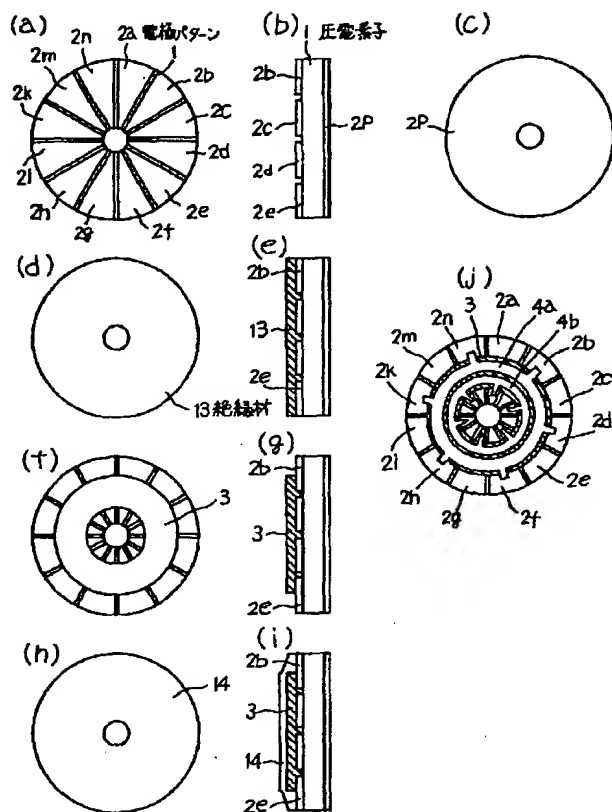
2a~2n、12a~12n、22a~22n、32a~32f、42

a~42f 電極パターン

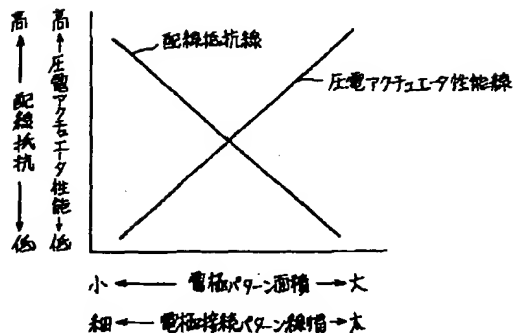
3、13、23、33、43 絶縁材

4a、4b、24a、24b、24c、34a、34b 電極接続
パターン

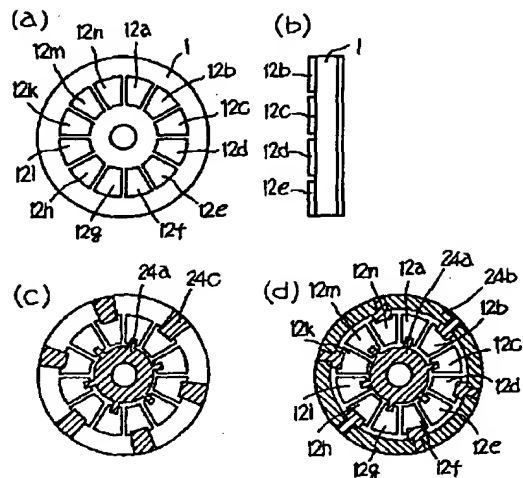
【図1】



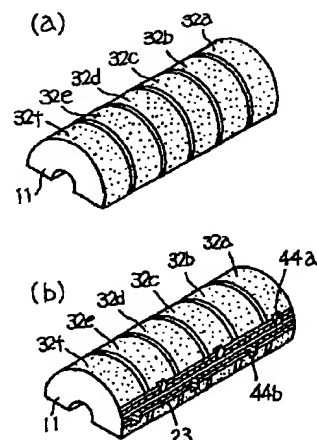
【図3】



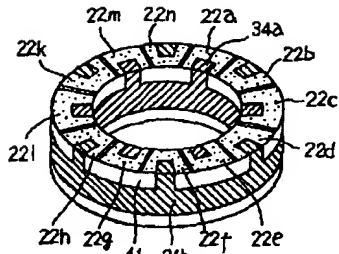
【図2】



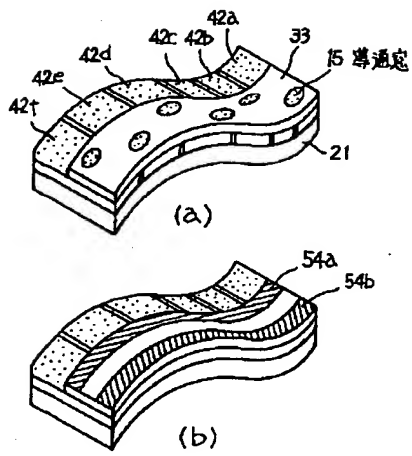
【図5】



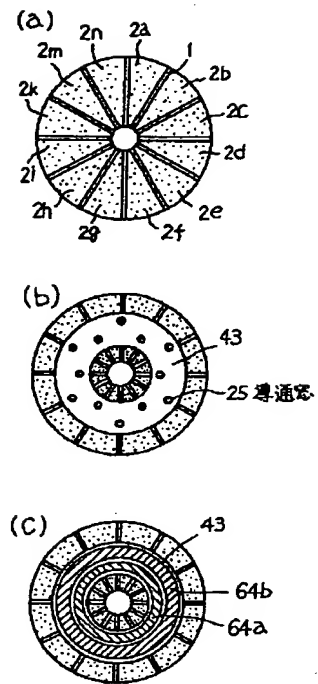
【図4】



【図6】



【図7】



【図8】

